DOI:10.13758/j.cnki.tr.2005.01.011

长期不同施肥对玉米田间杂草种群组成的影响①

尹力初 蔡祖聪

（中国科学院南京土壤研究所 南京 210008）

摘 要 通过田间小区试验，研究了长期不同施肥对玉米田间杂草种群组成的影响。结果表明：N、P、K平衡施用时，无论是施用有机肥，或是施用无机化肥，田间杂草的种群组成相似；不施用P肥能显著引起杂草种群组成的改变；不施用N肥也有一定的影响，但不施用K肥却无显著影响。主成分分析表明：土壤速效P是影响田间杂草种群组成最为重要的因子，而速效N则为第二重要因子。

关键词 长期施肥；土壤养分；杂草种群；玉米

中图分类号 S181；Q948.113

杂草是农田生态系统的一个重要组成部分，农田杂草群落的组成直接受到农业栽培措施的影响。施肥是重要的农业栽培措施之一，其究竟能否影响农田杂草种群的组成，国内鲜有报道，而国外的研究结果很不一致[1~4]。究其原因，除了选择的作物、土壤和气候条件不一致外，另外一个很重要的原因就是这些研究往往不是单纯的考虑施肥对农田杂草的影响，而是结合耕作、施用除草剂等来研究施肥对农田杂草的影响，这往往掩盖了施肥对农田杂草种群的作用。本研究利用的长期施肥定位试验虽然是为评价长期不同施肥对土壤肥力、土壤各养分元素的形态、含量及消长规律而设计的[5, 6]，但它同样能提供长期不同施肥对农田杂草的影响规律。这对于充分利用农田杂草资源及合理开展杂草防治都具有重要的现实意义。通过本试验，拟弄清：①不同施肥能否影响玉米田间杂草群落组成；②N、P、K肥对杂草群落的影响程度。

1 材料与方法

1.1 田间施肥试验设计

本项试验设在中国科学院封丘农业生态实验站，供试土壤为轻质黄潮土。土壤有机C 5.83 g/kg，全P 0.50 g/kg，全K 18.6 g/kg，速效N 9.51 mg/kg，速效P 1.93 mg/kg，速效K 78.8 mg/kg。1989年秋天正式布置试验，试验设7个处理，4次重复，28个小区，随机区组排列[7]。小区面积为47.5m^2。7个处理为 ① NPK（全施化肥）；② NP（只施N、P化肥）；③ 1/2 OM（有机肥和化肥各占一半，其N、P、K养分含量与处理 ① 相同）；④ OM（全施有机肥，其N、P、K养分含量与处理 ① 相同）；⑤ PK（只施P、K化肥）；⑥NK（只施N、K化肥）；⑦CK（不施肥）。肥料品种：N肥为尿素，P肥为过磷酸钙，K肥为硫酸钾。N肥用量为150 kg/hm^2，其中2/5作为基肥，3/5作为追肥施用；P、K肥用量分别为60 kg/hm^2、150 kg/hm^2，它们与有机肥都作为基肥一次施入。有机肥（OM）以粉碎的麦秸为主，加上适量粉碎的大豆饼和棉仁饼，经过堆制发酵后施用。施用前先分析N、P、K养分含量，以等N量为标准，有机肥中的P、K不足部分用P、K化肥补足到等量。视玉米生长发育的需要，给予周期性的灌溉。

1.2 田间调查

2003年8月15~20日（玉米灌浆期），在每个小区随机设置3个1m^{2}的样方，调查杂草的种类、密度；同时在每个小区收获5株玉米，测定其生物量（60℃下烘干48 h）。同时采集土壤样品，风干后测定土壤的速效N、P、K含量：速效P用Olsen法测定；速效N用2 mol/L KCl浸提，在连续流动分析仪上测定 NO_3^-+NO_2^-+NH_4^+的总量；速效K用1 mol/L的NH_4AC浸提，在火焰光度计上测定。在每个小区随机选取10个点，分别测定作物顶部和地面的光照强度，计算透光率。在玉米生长期间，每隔1星期测定各小区的土壤水分含量。

1.3 数据处理

①国家杰出青年科学基金项目（40125004）资助。

以 28 个小区中各种杂草的密度（不包括仅在个别小区中出现的杂草种类）构成原始数据矩阵，进行开平方转换，然后应用 SPSS10.0 软件进行主成分分析（PCA）。以主成分分析所得前两个主分量及其特征值计算 28 个小区的前两个主向量，以此作 28 个小区的散点图[8]。同时也由前两个主分量作各种杂草的二维散点图；在图上标出 7 个施肥处理的中心位置；并连接原点与杂草坐标点成一直线，用这些直线来显示各种杂草与施肥处理之间的关系：如果某直线与某施肥处理的中心点愈靠近，且长度愈长，则表示这种杂草愈适宜在这种施肥处理下生长[9]。

2　结果与分析

2.1　土壤养分、水分与光照条件

从田间土壤水分的测定结果（未列出）来看，各施肥处理间没有明显差异，这可能是由于人为周期性灌溉的结果。但各处理间土壤速效 N、P、K 养分及田间地面光照条件却存在明显差异（表 1）：1/2 OM、OM 和 NPK 条件下，土壤 N、P、K 含量较高，玉米生长旺盛，对光照的截获能力最强，透光率小，田间地面的光照强度最弱；NP 条件下，土壤速效 N、P 养分较多，但由于不施 K 肥，多年来作物的消耗使得土壤中原本丰富的 K 也明显低于 CK，在一定程度上限制了玉米的生长，从而导致其截获光照的能力下降，田间地面的光照条件就比 NPK 处理下有所改善；PK 条件下，土壤 P、K 养分高度富集，但 N 素养分缺乏，作物的生长受到限制，田间地面的光照条件要明显好于 NPK 处理；NK、CK 条件下，土壤中 P 素养分极为缺乏，作物难以生长，田间地面光照条件最好。

表 1　不同施肥条件下土壤速效 N、P、K 养分状况及田间透光率

Table 1　Soil available N, available P, exchangeable K, and light transmittance in fields under different fertilization treatments

指标	1/2 OM	OM	NPK	NP	NK	PK	CK
速效 N (mg/kg)	13.4±0.8	10.8±1.1	12.3±0.4	13.8±1.0	18.7±0.9	4.2±0.4	4.3±0.8
速效 P (mg/kg)	17.4±4.3	24.3±4.4	11.8±3.1	11.7±0.9	2.6±0.1	30.2±2.0	3.5±0.2
速效 K (mg/kg)	152±18	163±9	148±16	40±4	243±10	222±11	60±13
透光率 (%)	20.0±0.7	20.8±3.2	25.5±5.8	35.3±1.8	48.2±2.0	36.6±3.3	43.4±3.4

表 2　不同施肥处理下杂草的种类及其密度

Table 2　Weed species and their densities in fields under different fertilization treatments

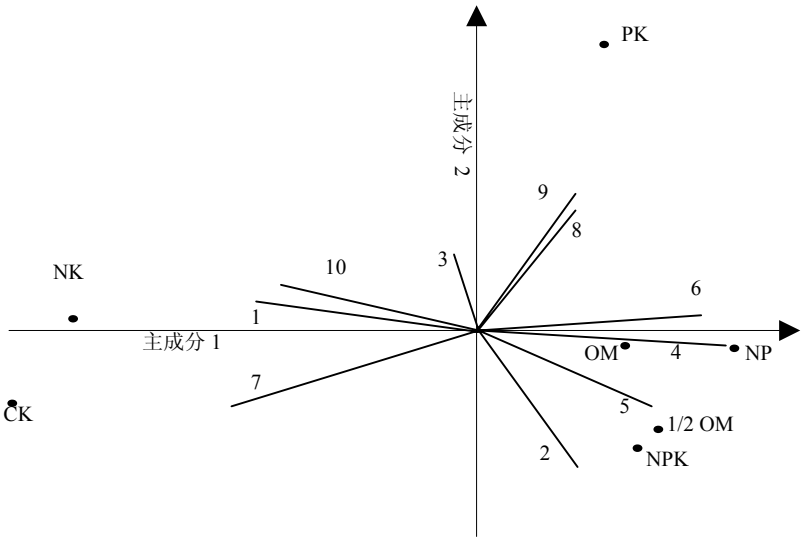
杂草名称	密度 (株/m^2)						
	1/2OM	OM	NPK	NP	NK	PK	CK
芦苇	0.9	0.6	2.5	1	25.2	0.6	7
狗尾草	1.2	0.6	3.8	1.2	0.1	0.1	1.2
打碗花	0.2	0.8	0.2	0.1	0.4	0.1	0.3
铁苋菜	1.5	1.8	3	2.2	0.2	0.9	0.4
地锦	0.8	1.1	0.3	0.3	0.2	0.2	
马齿苋	6	0.8	3	2.5		1.8	
止血马唐	19.5	8.8	31.5	12.1	53.7	18.9	143.3
龙葵	0.3	0.1	0.1			0.1	
牛筋草	0.3	0.4	0.3	0.8	0.2	1.7	0.1
两栖蓼		4.3					3.4
香附子	2.3	2.6	5	15		87.9	
刺儿菜	1.8	1.2	1.6		2.5	1.2	6.1
节节草			0.2			2.3	1.8

2.2　杂草种群组成

在田间共发现芦苇、狗尾草、打碗花、铁苋菜、地锦、马齿苋、止血马唐、牛筋草、香附子、刺儿菜、龙葵、两栖蓼和节节草等 13 种杂草(表 2)。其中，由于龙葵、两栖蓼和节节草 3 种杂草仅在个别小区中偶然出现，所以，在进行主成分分析时，仅

包括其他 10 种杂草。PCA 分析结果表明（图 1）：NK、CK 两处理的杂草种群组成较为相似；1/2 OM、NPK、OM 和 NP 处理的杂草种群组成也比较接近；PK 处理的杂草种群组成则明显不同于其他处理，从而说明：与全面施用 N、P、K 肥相比，不施用 N 或 P 肥能显著改变玉米田间杂草种群组成；不施用 K 肥对杂草种群组成则没有显著影响。田间施用有机肥时，其杂草种群组成与施用无机化肥时相似。

在各施肥处理下，土壤 N、P、K 养分及光照条件存在差异，而光照、土壤 N、P、K 养分条件都是限制各种杂草生长的主要因素[10]，它们的改变必将对各种杂草的生长状况产生影响。但各种杂草有着不同的遗传生理特性，不同施肥处理将给它们带来不同的影响[11]。长期进行不同施肥，必将导致各种杂草在各施肥处理下的分布存在差异。图 2 表明：芦苇、止血马唐、刺儿菜与 NK、CK 处理间的关系



1 芦苇 2 狗尾草 3 打碗花 4 铁苋菜 5 地锦 6 马齿苋 7 止血马唐 8 牛筋草 9 香附子 10 刺儿菜

图 1 10 种杂草的主成分分析

Fig. 1 PCA ordination diagram of 10 weed species

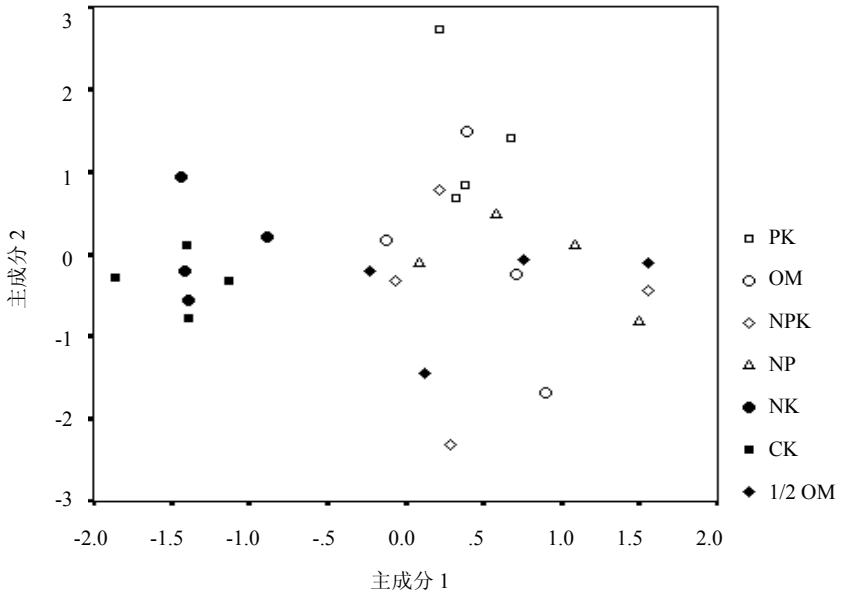


图 2 28 个小区杂草种群的主成分分析

Fig. 2 PCA ordination diagram of weed communities in 28 experimental plots

较为紧密，说明以上 3 种杂草最能适应土壤 P 素养分较低的条件；打碗花、牛筋草、香附子与 PK 处理的关系较为密切，其中尤以香附子与 PK 处理的关系最为突出，说明香附子最能忍受低 N 的土壤环境；铁苋菜、马齿苋则喜欢在 NP 和 OM 处理下出现，而地锦、狗尾草则适宜在 NPK 和 1/2 OM 处理下生长。

28 个小区的 PCA 分析结果表明（图 2）：不施用 P 肥（NK、CK 处理）的小区全部分布在第一主成分的左侧，而其他施用 P 肥的小区则分布在其右侧；通过相关分析，第一主成分仅与土壤速效 P 呈显著正相关（图 3），说明土壤速效 P 是影响玉米田间杂草种群组成最重要的因子。另外，不施 N 肥（PK 处理）的 4 个小区全分布在第二主成分的上部，而施用 N 肥的小区则绝大多数分布在其下部；相关分析表明，第二主成分仅与土壤速效 N 呈显著负相关（图 4），说明土壤速效 N 是影响玉米田间杂草种群组成第二重要因子。

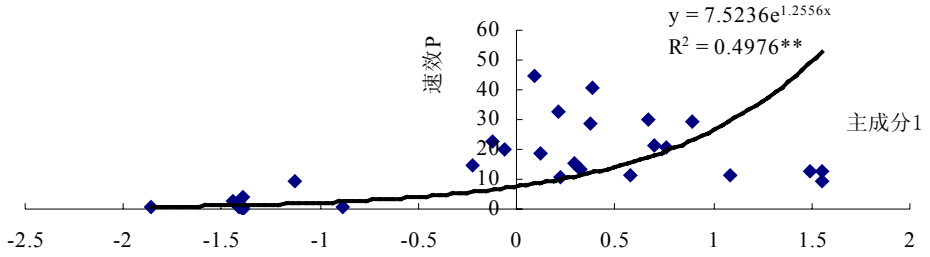


图 3　土壤速效 P 与第一主成分（Factor 1）的相关性
Fig. 3　Relationship between soil available P and Factor 1

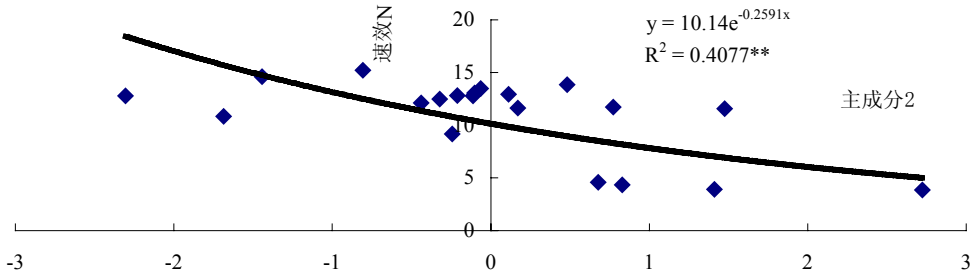


图 4　土壤速效 N 与第二主成分（Factor 2）相关性
Fig. 4　Relationship between soil available N and Factor 2

3　结 语

在长期不同施肥条件下，田间土壤 N、P、K 养分状况在各处理间发生了变异，影响了玉米的生长，从而导致了田间地面光照条件的不同。而光照，土壤 N、P、K 养分都是限制杂草生长的重要因子，它们的改变必将影响各种杂草的生长；但由于各种杂草对这种改变有着不同的适应能力，其结果必然导致杂草种群组成在不同施肥处理间存在差异。其中，N、P、K 平衡施用时，无论是施用有机肥，或者是施无机化肥，田间杂草的种群组成相似；但不施用 P 肥能显著引起杂草种群组成的改变，不施用 N 肥也有一定程度的影响，而不施用 K 肥却无显著影响。

参考文献

1　Mountford JO, Lakhani KH, Kirkham FW. Experimental assessment of the effects of nitrogen addition under hay-cutting and aftermath grazing on the vegetation of meadows on a somerset pear moor. J. Appl. Ecol., 1993, 30: 321 ~ 332

2　Theaker AJ, Boatman ND, Froud-Williams RJ. The effect of nitrogen fertilizer on the growth of Bromus sterilis in

field boundary vegetation. Agric. Ecosyst. Environ., 1995, 53: 185 ~ 192

3 Stevenson FC, Anne L, Simard RR. Weed species diversity in spring barley varies with crop rotation and tillage, but not with nutrient source. Weed Sci., 1997, 45: 798 ~ 806

4 Andersson TN, Milberg P. Weed flora and the relative importance of site, crop, crop rotation, and nitrogen. Weed Sci., 1998, 46: 30 ~ 38

5 顾益初, 钦绳武. 长期施用 P 肥条件下潮土中磷素的积累、形态转化和有效性. 土壤, 1997, 29 (1): 13 ~ 17

6 Liu DH, Labetowicz J, Kuszelewski L. Influence of long-term fertilization with different mineral fertilizers and farmyard manure on some soil chemical properties and crop yields. Pedosphere, 1998, 8 (3): 281 ~ 288

7 钦绳武, 顾益初, 朱兆良. 潮土肥力演变与施肥作用的长期定位试验初报. 土壤学报, 1998, 35 (3): 367 ~ 375

8 Derksen DA, Lafond GP, Thomas GJ. Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. Weed Sci., 1993, 41: 409 ~ 417

9 Barberi P, Silvestri N, Bonari E. Weed communities of winter wheat as influenced by input level and rotation. Weed Res., 1997, 37: 301 ~ 313

10 Donald CM. Competition among crops and pasture plants. Adv. Agron., 1963, 15: 1 ~ 118

11 Sindel BM. Growth and competitiveness of *Senecio madagascariensis* Poir. (L.) under different fertilizer use and increases in soil fertility. Weed Res., 1992, 32: 399 ~ 406

EFFECT OF LONG-TERM FERTILIZATIONS ON COMPOSITION OF WEED COMMUNITIES IN MAIZE FIELD

YIN Li-chu CAI Zu-cong

(*Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing* 210008)

Abstract Plot trials were carried out to study effects of different patterns of long-term fertilization on composition of weed communities in maize field. The results show that no significant difference was observed in composition of weed communities between plots receiving balanced NPK fertilization of organic manure or chemical fertilizer. In plots without P application changes in composition of weed communities were obvious and so was the case in plots without N application, though not so obvious as it was with the former. In plots without K application, however, composition of the weed communities remained almost unchanged. PCA analysis indicated that soil available P was the most important factor affecting composition of weed communities, and followed by soil available N.

Key word Long-term fertilization, Soil nutrient, Weed communities, Maize